

硝化処理された地下水の揺動床による脱窒処理

熊本大学工学部 学生会員 神田龍一
 熊本大学大学院 学生会員 Doan Thu Ha
 エヌ・イー・ティー (株) 非会員 小山登一郎
 熊本大学工学部 正会員 古川憲治

1. はじめに

ベトナム、ハノイ市では地下水が主要な上水道の供給源となっている。しかし、ハノイ市の地下水は、場所によっては30mg/Lを超過するアンモニア性窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$) で汚染されている。にもかかわらず、現地の浄水施設の $\text{NH}_4\text{-N}$ 除去能力は低い。本研究では、低コストで高効率な窒素除去のため、アクリル繊維性の微生物担体、バイオフィンジ(BF, エヌ・イー・ティー製)を使用し実験を行った。これまでの研究で、BF を活用した硝化リアクタで、容積負荷 $0.72 \text{ kgNH}_4\text{-N/m}^3 \cdot \text{day}$ の条件下で75~80%の硝化率を得、流出汚泥の少ない高効率の処理が達成できることが明らかにされている。¹⁾ 本研究の目的は、BF を用いた脱窒リアクタの最大処理能力を評価することである。

2. 実験装置および実験方法

2-1 バイオフィンジ

BF の径糸は高強度のポリエステルフィラメント製であり、フリンジ糸は親水性のアクリル繊維でできている。フリンジ糸は特殊加工により空隙率と断面積が大きく、汚泥の付着性が高い。また、循環水流によりフリンジ糸が揺動し、汚泥が連続的に剥離するため、目詰まりや一斉剥離などを避けることができる。

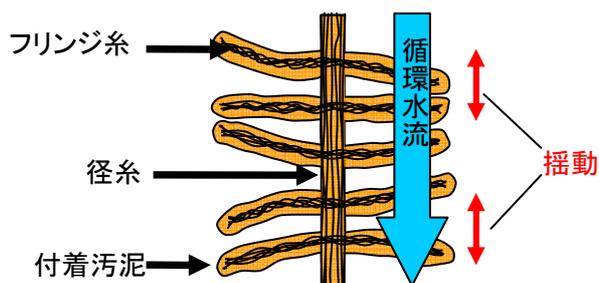
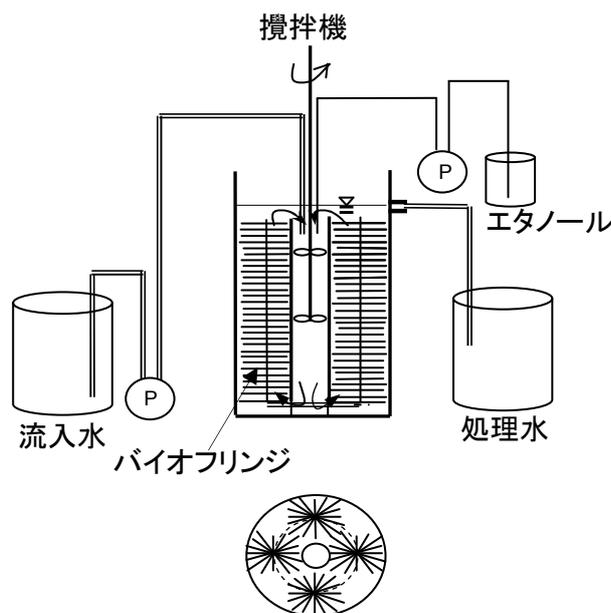


図-1 BFの揺動モード図

2-2 実験装置

実験に使用したリアクタは容積 14L、直径 210mm、高さ 390mm の円柱型である。リアクタ内に、BF (径糸 325mm、フリンジ糸 45mm) を 4 本設置した。種汚泥には、肉エキスとペプトンを主な基質とする合成地下水を用いて培養している活性汚泥約 28 g を使用した。人工地下水と有機炭素源 (エタノール: C/N=2) をポンプによって連続供給し、攪拌機によってリアクタ内を循環させた。



リアクタを上から見た図

図-2 実験装置の模式図

表-1 人工地下水の組成

$\text{NO}_3\text{-N}(\text{mg/L})$	pH	アルカリ度 ($\text{mg-CaCO}_3/\text{L}$)	DO (mg/L)
30	7.1~7.6	約80	7~8.5

※Mg, Caなどの成分は希釈水である水道水とほとんど変わらないため、特に加えなかった。

3. 実験結果

図-3 に処理水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の経日変化、図-4 に脱窒率と窒素容積負荷との関係をそれぞれ示した。流入 $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度は実験期間を通して 30mg/L であり、HRT を短縮していくことにより容積負荷を徐々に増加させた。容積負荷 $0.72\text{ kgNO}_3\text{-N/m}^3\cdot\text{day}$ (HRT=1h) までは流出 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度はほぼゼロであり、90%以上の脱窒率が得られたが、 $1.44\text{ kgNO}_3\text{-N/m}^3\cdot\text{day}$ (HRT=0.5h) に負荷を上げると、脱窒率は約70%まで低下し、処理水中に $\text{NO}_3\text{-N}$ が $4\sim 6\text{ mg/L}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ は約 2 mg/L 残存した。リアクタ内の DO は $0.3\sim 1.2\text{mg/L}$ の範囲内であったが、36日目から攪拌機の回転数を $1,600\text{rpm}$ から $2,000\text{rpm}$ に上げたところ、DO は約 5mg/L まで上昇し、脱窒率は著しく低下した。回転数が上がったことにより、循環水に空気中の酸素が大量に溶け込んだことが原因している。リアクタ内の DO は、 1.5mg/L 程度までは揺動床による脱窒処理に影響を与えないことがわかった。処理水中の SS 濃度は $0.48\text{kgNO}_3\text{-N/m}^3\cdot\text{day}$ までは $0\sim 5\text{mg/L}$ と極めて低いレベルで透明な処理水が得られ、BF の優れた汚泥固定化能力を脱窒処理でも確認することができた。 $1.44\text{ kgNO}_3\text{-N/m}^3\cdot\text{day}$ では処理水の SS 濃度は約 15mg/L に高まった。脱窒反応進行に伴うアルカリ度上昇は $70\sim 100\text{mg-CaCO}_3\text{/L}$ であった。リアクタ内の pH は $7.1\sim 8.1$ であり、特段 pH 調整の必要はなかった。

4. まとめ

沈殿池を設けない BF を活用する脱窒リアクタを用いることにより、容積負荷 $0.72\text{kgNO}_3\text{-N/m}^3\cdot\text{day}$ までは効率的に脱窒処理することができた。しかし、 $1.44\text{ kgNO}_3\text{-N/m}^3\cdot\text{day}$ の高負荷域では、流出水中の $\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度が WHO の飲料水基準 (0.9mg/L 以下) を上回り、問題があることがわかった。現在、BF 脱窒リアクタの運転コスト削減のため、添加エタノールをできる限り減らすことを目的とし、最適 C/N を明らかにする試験を継続中である。

【参考文献】

- 1) Doan Thu Ha, Ryoichi Kusumoto, Toichirou Koyama, and Kenji Furukawa :
Nitrification of Ammonium-Contaminated Hanoi Groundwater using Swim-Bed Technology,
Japanese Journal of Water Treatment Biology, Vol.41, No.3, pp.141-152 (2005)

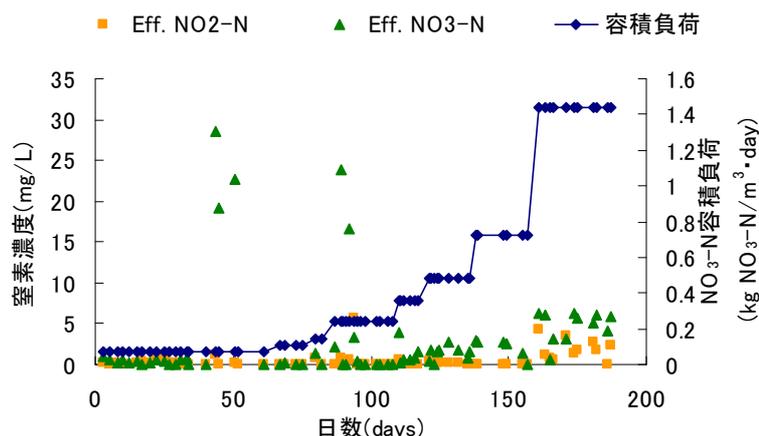


図-3 流出窒素の経日変化

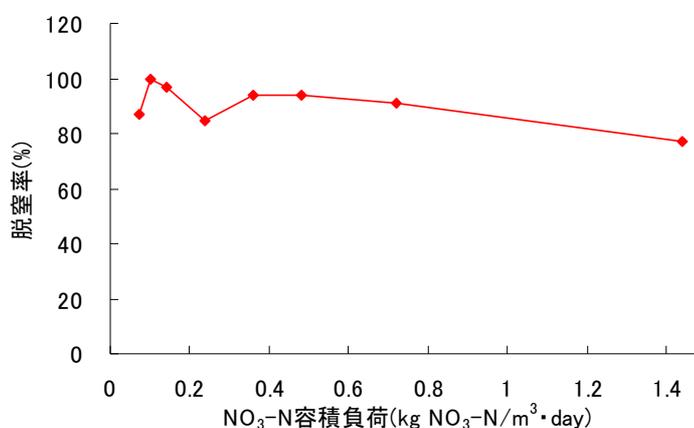


図-4 脱窒率に及ぼす $\text{NO}_3\text{-N}$ 容積負荷の影響